

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТВЗ-А ТА ТВЗ-В ДЛЯ ВІТЧИЗНЯНИХ АЕС З ЕНЕРГОБЛОКАМИ ВВЕР-1000**

Баташан С. О.

Науковий керівник – проф. каф. «Атомних електричних станцій», канд. техн. наук

Кіров В.С.

Розглянуто доцільність використання ядерного палива виробництва компанії Westinghouse на вітчизняних енергоблоках типу ВВЕР-1000, а також основні відмінності тепловиділяючих збірок ТВЗ-А та ТВЗ-В.

*Ключові слова:* Westinghouse, ТВЗ-В, паливна кампанія.

### **Вступ**

У зв'язку з рядом економічних та політичних аспектів у енергетиці України було прийнято рішення про зміну постачальника ядерного палива. Тепловиділяючі збірки типу ТВЗ-В є альтернативним рішенням для АЕС України з реакторами ВВЕР-1000. Застосування альтернативного палива пов'язано з необхідністю диверсифікації поставок ядерного палива для забезпечення енергетичної безпеки, суверенітету та незалежності нашої держави. Це дозволить зменшити політичні ризики, пов'язані з монопольним постачальником, а так само через конкуренцію дозволить знизити витрати на закупівлю тепловиділяючих збірок. Є необхідність збільшити паливну кампанію ядерного реактора у зв'язку з нестачею енергетичної потужності в об'єднаній енергосистемі України, особливо в зимній період. Це пов'язано із значним зменшенням поставок органічного палива за останні роки, та старінням енергетичного обладнання українських ТЕС та ТЕЦ. Також паливо ТВЗ-В є паливом нового покоління, у ньому використовуються нові матеріали, удосконалена конструкція та вищі техніко-економічні показники. (показатели работы блока?)

### **Ціль та задачі дослідження**

Ціллю даного дослідження являється порівняльний аналіз двох тепловиділяючих збірок від різних виробників.

### Основний матеріал

Атомні електростанції ось вже на протязі не одного десятиліття живлять енергосистему України, вносячи значну частину від загальної потужності. З самого першого дня роботи вітчизняних ядерних енергоблоків і до недавніх часів поставками палива займалась лише одна компанія, що гарантувало стабільну і безпечну роботу реактора після заміни тепловиділяючих збірок. Проте деякі економічні та політичні обставини (у рамках цієї статті не розглядаються) змусили декілька років тому змінити поставника, що викликало великий резонанс та багато сумнівів щодо якості продукту. Від якості залежить безліч показників, серед яких і найважливіший – безпека. Проте і попередній виробник неодноразово змінював конструкцію ТВЗ, з чого можна зробити висновок, що зміни, навіть у такій відповідальній та потенційно небезпечній області промисловості, ще не означають що потрібно вішати ярлики і не давати можливості розвиватись. Отже необхідно дослідити фізичні показники активної зони при роботі на ТВЗ-А та ТВЗ-В, порівняти їх та обґрунтувати безпечність використання.

Мною були проведені розрахунки нейтроно-фізичних властивостей активної зони, завантаженої різними видами тепловиділяючих збірок та зроблено наступні висновки:

Після проведення розрахунку маси палива, завантаженого у одну ТВЗ, можна зробити висновок, що з застосуванням ТВЗ-В маса завантаженого урану в одну ТВЗ збільшиться на 48,58 кг.

Маса завантаженого урану на одну паливну кампанію, при перевантаженні, збільшиться на  $42 \cdot 48,58 = 2040,36$  кг з урахуванням того, що паливо-підпитка стаціонарного паливного циклу складає 42 тепловиділяючі збірки. Це дозволило збільшити час роботи реактора на  $322 - 296 = 26$  ефективних діб. Це означає, що енергоблок буде працювати більше часу та приносити більше енергії у електромережу та, відповідно, коштів державі.

Витрати цирконію на активну частину ТВЗ зменшаться на 24,57 кг. З урахуванням всієї активної зони, сумарні витрати цирконію зменшаться на  $24,57 \cdot 163 = 4004,91$  кг. Це являється одним із факторів, дозволяючих помістити більшу кількість урану в активну зону, отримати більшу кількість енергії та додати певну кількість ефективних діб до кампанії реактора.

Основні теплотехнічні та нейтронно-фізичні показники представлені в таблиці.

Параметр	ТВЗА	ТВЗ-W	Обмеження
Максимальна температура оболонки ТВЕЛа, °С	350,4	350,4	<370
Максимальна температура палива, °С	2274,43	2449,2	<2700
Коефіцієнт запасу за критичною тепловою завантаженістю	2,8	2,8	>1,5
Середня температура палива в реакторі, °С	812,05	840	-
Середнє збагачення палива на початок кампанії, %	2,932	2,963	-
Середня температура теплоносія, °С	302	302	-
Температура нейтронного газу, °С	722	738	-
Кампанія реактора при даних параметрах, доба	296	322	-
Середня глибина вигорання, МВт·доб/кгU	50,02	45,03	<55

#### Висновки

На сьогоднішній день стоїть проблема над збільшенням тривалості паливної кампанії. В результаті застосування нового палива (ТВЗ-W) тривалість паливної кампанії, по результатам розрахунків, збільшиться на 26 ефективних діб. Це значно зменшить собівартість електроенергії, дозволить більш доцільно використовувати ядерне паливо. При цьому теплотехнічні та нейтронно-фізичні параметри не перевищують встановлені для цього типу реактора значення. З цього можна зробити висновок, що експлуатація ТВЗ-W не призводить до зниження рівня ядерної безпеки.

Список використаної літератури

1. ВерхівкерГ.П., Кравченко В.П. “Теплогідравлічний і нейтронно-фізичний розрахунки Ядерного реактора типу ВВЕР” – Методичні вказівки для студентів за спеціальністю 7.09.05.06. – Одеса: ОНПУ, 1995. – 55с.
2. ГолубєвБ.П. – Дозиметрія і захист від іонізуючих випромінювань: - М.: Энергоатомвидавн, 1986. – 464с.
3. Кирияченко В.А., Петрикин В.Н., Піліпчук Б.Л., Смірнов С.Б., Сичев Е.Н., Тулуб С.Б. Основи теорії і проектування ядерних енергетичних установок атомних електричних станцій. Севастополь: СНУЯЕтаП, 2006.
4. Нейтронно-фізичнийрозрахунок ВВЭР: Учбове посібіє. – Изд. 2-е перераб. и доп. В.С. Киров – Киев: УМК ВО, 1992. – 48с.